



ANALISANDO MOVIMENTOS EPISTÊMICOS EM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE QUÍMICA

Adjane da Costa Tourinho e Silva¹

Eixo 6 - Educação e Ensino de Ciências Exatas e Biológicas

Resumo: Este trabalho apresenta uma análise das relações entre as estratégias articuladas por uma professora de Química, ao longo de uma atividade investigativa, e as práticas epistêmicas desenvolvidas por um grupo de estudantes de 8^{as} e 9^{as} séries do ensino fundamental do Colégio de Aplicação da UFS. Para caracterizar o discurso da professora foram utilizadas algumas categorias propostas por Mortimer et al (2007) e categorias construídas ao longo da análise, as quais foram inspiradas naquelas propostas por Lidar, Lundquist e Östman (2005). Para caracterizar as práticas epistêmicas dos alunos foi utilizada uma ferramenta analítica proposta por Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2008). A metodologia envolveu a análise dos dados registrados em vídeo, por meio do software Videograph, o qual possibilitou também a obtenção de percentuais de tempo referentes ao emprego das categorias definidas.

Palavras-chave: *Movimentos epistêmicos, práticas epistêmicas, aulas de Química.*

Abstract: This paper presents an analysis of relationship between the strategies articulated by chemistry teacher and epistemic practices developed by a group of students, during an inquiry activity. To characterize the discourse of the teacher I have used some categories proposed by Mortimer et al (2007) and categories constructed throughout the analysis, which were inspired by those proposed by Lidar, Lundquist and Östman (2005). To characterize students' epistemic practices I have used an analytical tool, which was proposed by Jiménez-Aleixandre and Bustamante (2008). The methodology involved an analysis of data recorded on video through the software Videograph, which enabled to obtain percentages of time for the employment of the defined categories. The data were collected in a group formed by 8th and 9th grades middle school students from Colégio de Aplicação of the Universidade Federal de Sergipe.

Key-words: *epistemic movements, epistemic practices, Chemistry classes.*

INTRODUÇÃO

¹ Doutora em Educação.

Grupo de Pesquisa em Práticas Educativas e Aprendizagem na Educação Básica.
Colégio de Aplicação - NPGE/CIMA/UFS .E- mail: adtourinho@terra.com.br.

Este trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla, ainda em andamento, que busca analisar as relações entre as estratégias articuladas por professores de Química (MORTIMER et al, 2007; SILVA, 2008), o engajamento dos alunos e suas práticas epistêmicas ao longo de atividades investigativas. A nossa intenção é prosseguir e avançar na compreensão de conexões mais íntimas entre as ações dos professores, em suas salas de aula, e a construção de novos significados pelos estudantes.

O trabalho se insere na linha dos estudos epistemológicos na área da educação em ciências. Nas últimas décadas, temos assistido o interesse crescente de pesquisas nessa linha. Tal interesse relaciona-se à idéia de que o ensino de ciências não deve se preocupar apenas em proporcionar a aquisição de conceitos e procedimentos experimentais pelos alunos, mas possibilitar também uma compreensão acerca da natureza da Ciência. Nesse sentido, busca-se fortalecer a percepção da ciência como uma prática situada socialmente, em que os cientistas elaboram e negociam valores para o que pode ser considerado como boas questões, métodos e respostas adequadas.

Esta concepção de Ciência ancora-se principalmente em estudos da Filosofia da Ciência (por exemplo BROWN, 1977; LONGINO, 1990) e em estudos sociológicos da Ciência profissional, os quais apresentam descrições de investigações científicas reais conduzidas em laboratórios (por exemplo LATOUR, 1987; LATOUR; WOOLGAR, 1986; KNORR-CETINA, 1999). Nestes estudos, a Ciência é apresentada como uma prática que se sustenta em critérios estabelecidos discursivamente, os quais dão legitimidade aos modos de produção e à natureza dos seus conhecimentos. Enfatiza-se, desse modo, a idéia de que o processo pelo qual os cientistas geram e validam conhecimentos emerge de compromissos epistemológicos para o que conta como conhecimento em um determinado grupo científico. (KELLY; DUSCHL, 2002; SANDOVAL; REISIER, 2004; KELLY, 2005; SANDOVAL, 2005)

Kelly e Duschl (2002) discutem que o movimento em direção às investigações das práticas dos cientistas potencialmente informa as práticas na Educação em Ciências. Os autores consideram que uma nova percepção de ciência deve refletir-se na orientação e análise das práticas e compromissos epistemológicos envolvidos nas investigações escolares. Desse modo, a aprendizagem de Ciências na escola envolve também uma aprendizagem epistêmica.

Longe de se considerar que a percepção da natureza da ciência pelos alunos esgota-se no desenvolvimento de atividades investigativas, realizadas nos laboratórios escolares, é praticamente impensável, também, assumir que tal percepção pode prescindir desta dimensão, em que os alunos se envolvem com os objetos reais da ciência ao longo de atividades investigativas, construindo e utilizando conceitos, ao tempo em que incorporam, nestas práticas, aspectos fundamentais que ancoram as investigações científicas reais. Nesse sentido, as atividades investigativas são abordadas de modo a favorecer a percepção dos alunos sobre a natureza da ciência. (Ver, por ex., JIMÈNEZ-ALEIXANDRE; REIGOSA, 2007; SANDOVAL, 2001; SANDOVAL; RESIER, 2004; WICKMAN, 2004; KELLY, 2005).

Na Declaração de Tartu¹ documento elaborado por ocasião da última conferência da ICASE (International Council for Associations of Science Education), em Tartu, na Estônia, o 7º dos 10 pontos definidos para a educação em Ciências, afirmava que:

“Uma abordagem investigativa é central na Educação Científica e Tecnológica, na qual os estudantes formulam questões científicas e tecnológicas e investigam tais questões e constroem e aplicam entendimentos conceituais.”(2010, p.2)

Nessa perspectiva, várias pesquisas buscam verificar como aspectos fundamentais do discurso científico são incorporados e expressos pelos alunos enquanto estes desenvolvem atividades investigativas, geralmente em torno de problemas autênticos. Argumentando em prol de pesquisas que se voltem para esta dimensão, Kelly apresenta o conceito de práticas epistêmicas, as quais são definidas como “atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento” (2005, p. 02). O conceito de práticas epistêmicas evidencia o importante papel de uma comunidade de prática qualquer na decisão do que conta como conhecimento e como formas adequadas de construí-lo.

Ao tempo em que a discussão acima nos chama atenção para a importância de lançar novos olhares para as ações e os discursos dos alunos ao longo das atividades investigativas, também instiga nosso interesse pelas ações e discursos dos professores, em suas tentativas de favorecer o movimento epistêmico de seus alunos. Entendemos que a análise das relações entre esses sujeitos da sala de aula- professor e alunos- considerando-se os aspectos epistêmicos que permeiam as atividades investigativas, pode ser considerada relativamente recente na literatura da área de Educação em Ciências, tendo, portanto, muitos ainda a avançar.

Além disso, um outro aspecto importante é o de que os estudos numa linha epistemológica, desenvolvidos nos Estados Unidos e Europa, principalmente, centram-se em investigações abertas, em que os alunos muitas vezes elaboram suas próprias questões de pesquisa e, a partir daí, têm uma grande autonomia na elaboração e desenvolvimento dos demais passos envolvidos na atividade investigativa. Em nosso país, as atividades investigativas propostas geralmente são estruturadas, possibilitando uma certa autonomia para aos alunos, porém, definindo-se de antemão alguns aspectos fundamentais da investigação (ver, por exemplo MORTIMER; MACHADO, 2011). Isso relaciona-se, dentre outros fatores, aos tempos e espaços definidos para as aulas de ciências (Química, Física e Biologia) na escola. Nesse sentido, torna-se relevante que sejam desenvolvidas pesquisas voltadas para os aspectos epistêmicos do Ensino de Ciências, considerando-se também as atividades estruturadas, discutindo-se, sobretudo, como a estrutura das atividades, junto as ações dos professores ao gerenciar tais atividades, podem favorecer uma evolução das práticas epistêmicas dos estudantes.

O problema central deste trabalho é estabelecer relações entre as práticas epistêmicas desenvolvidas por alunos em atividades investigativas estruturadas de Química e as ações do professor, de modo a perceber aspectos dessas ações que favorecem o desenvolvimento de

tais práticas, considerando-se sequências de ensino elaboradas nesta direção. Enquanto as ações dos alunos voltadas para a execução de atividades investigativas são chamadas de práticas epistêmicas, como consagrado na literatura da área, chamamos as ações dos professores, ao conduzir as atividades investigativas, de movimentos epistêmicos.

A análise que apresentamos focaliza as ações da professora, considerando seus aspectos interativos, de acordo com a dimensão da interatividade da ferramenta analítica proposta por Mortimer et al (2007), e considera, ainda, algumas categorias inspiradas naquelas propostas por Lidar, Lundquvist e Östman (2005). Tais categorias voltam-se para a análise do discurso/ações de professores, relacionando-os com a epistemologia prática dos estudantes, ou seja, as formas como estes consideram, em suas práticas, o que conta como conhecimento relevante e como meios relevantes de se obter conhecimentos. Os movimentos epistêmicos considerados nesse trabalho, referem-se, portanto, às intervenções da professora nas atividades investigativas de um grupo de alunos, que podem ser percebidas como questionamentos, sugestões e orientações significativas para o seu avanço intelectual, favorecendo a adoção de determinadas práticas epistêmicas. Estas últimas, por sua vez, foram delimitadas considerando-se aquelas apresentadas por Jimènez-Aleixandre et al (2007) tendo em vistas as instâncias de produção, comunicação e avaliação do conhecimento propostas por Kelly (2005).

ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Antes de discutirmos os aspectos de coleta, tratamento e análise dos dados, vamos apresentar as categorias que consideramos em nossa análise.

AS CATEGORIAS ANALÍTICAS.

Os movimentos epistêmicos considerados neste trabalho foram:

1- **Elaboração** : corresponde as ações do professor no sentido de possibilitar aos alunos, em geral através de questionamentos, construir um olhar inicial sobre o fenômeno. São os questionamentos expressos nos roteiros de atividade ou mesmo proferidos oralmente pelo professor, os quais geram espaço para que os alunos reflitam de uma determinada perspectiva e exponham seus pontos de vista sobre os objetos e eventos investigados.

2- **Re-elaboração**: corresponde às ações do professor no sentido de instigar os alunos, por questionamentos ou breves afirmações, a observarem aspectos desconsiderados ou a trazerem à tona novas idéias, favorecendo uma modificação ou problematização do pensamento inicial.

3- **Instrução**: quando o professor apresenta novas informações para os alunos.

4- **Confirmação**: quando o professor concorda com idéias dos alunos e/ou permite que eles executem determinados procedimentos planejados.

5- **Correção**: quando o professor corrige explicitamente as afirmações e procedimentos dos alunos.

6- **Síntese**: quando o professor explicita as principais idéias alcançadas pelos alunos.

Utilizamos também um outro conjunto de categorias para classificar o discurso do professor- a abordagem comunicativa (MORTIMER; SCOTT, 2003). O conceito de abordagem comunicativa fornece a percepção sobre a abertura do discurso do professor para os pontos de vista dos alunos, em interação ou não com eles. De acordo com Mortimer e Scott (2003), tal discurso pode ser caracterizado ao longo de duas dimensões. A primeira pode ser percebida como um contínuo entre dois pólos extremos: no primeiro, o professor considera o que os estudantes têm a dizer considerando seus próprios pontos de vista; no segundo extremo, o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista da ciência escolar. A primeira dessas posições, que permite uma interanimação de diferentes idéias, é chamada de abordagem comunicativa dialógica e, a segunda, abordagem comunicativa de autoridade.

Um importante aspecto a ser considerado, é que uma sequência de fala pode ser de natureza dialógica ou de autoridade, independentemente de ser enunciada individualmente ou por várias pessoas. O que faz o discurso funcionalmente dialógico é o fato de diferentes idéias serem consideradas, e não o fato de ser produzido por um grupo de pessoas ou por um indivíduo solitário. Isso leva os autores a apresentar a segunda dimensão da abordagem comunicativa. Esta considera que a abordagem pode ser interativa, quando envolve a participação de mais de uma pessoa, ou não-interativa, quando envolve a participação de apenas uma. Combinando essas duas dimensões, tem-se um conjunto de quatro categorias que são usadas para codificar a abordagem comunicativa: *1 – Interativa e dialógica (I/D)*; *2 – Interativa e de autoridade (I/A)*; *3 – Não-interativa e dialógica (NI/D)*; *4 - Não-interativa e de autoridade (NI/A)*

Para lidar com as ações dos alunos, suas práticas epistêmicas, consideramos algumas das categorias apresentadas por Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2008), expressas no quadro a seguir, as quais são também discutidas em Jimenez-Aleixandre et al (2007). Na primeira coluna, encontram-se as instâncias de produção, comunicação e avaliação do conhecimento propostas por Kelly (2005). Na segunda coluna, encontram-se práticas epistêmicas gerais relacionadas às instâncias da primeira coluna, e na terceira coluna encontram-se práticas mais específicas.

Instâncias sociais	Práticas epistêmicas gerais	Práticas epistêmicas (específicas)
Produção	Articular os próprios saberes;	Usando conceitos para planejar e performar ações (por exemplo no laboratório); Desenvolvendo investigações; Articulando conhecimento técnico e conceitual; Construindo significados.
	Dar sentido aos padrões de dados.	Considerando diferentes fontes de dados; Construindo dados.

Comunicação	Interpretar e construir as representações;	Relacionando diferentes linguagens: observacional, representacional e teórica; Transformando dados.
	Produzir relações; Persuadir os outros membros da comunidade.	Aprendendo a escrever no gênero informativo. Apresentando suas próprias idéias e enfatizando pontos-chave; Negociando explicações.
Avaliação	Coordenar teoria e evidência (argumentação);	Distinguindo conclusões de evidências; Usando dados para avaliação de teorias; Usando conceitos para interpretação dos dados;
	Contrastar as conclusões (próprias ou alheias com as evidências (avaliar a plausibilidade).	Justificando as próprias conclusões; Criticando declarações de outros; Usando conceitos para configurar anomalias.

Quadro 1: Práticas epistêmicas e sociais em relação com o conhecimento

Adaptado de Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2008)

A COLETA DE DADOS E OS PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Os dados da análise apresentada neste artigo são de um estudo-piloto da pesquisa mais ampla, que encontra-se em andamento. Eles foram coletados em uma turma formada por 23 estudantes de 8ª e 9ª séries do ensino fundamental do Colégio de Aplicação da UFS. Consideramos um encontro com duração de, aproximadamente, 2 h e 11 min, em que os alunos desenvolveram uma atividade investigativa em torno do tema reações químicas. Os dados registrados em vídeo, foram submetidos à análise com o software Videograph®, para obtenção de percentuais de tempo das categorias empregadas. A aula foi, ainda, mapeada, sendo segmentada em episódios e sequências discursivas.

Ao tempo em que nos preocupamos com uma análise qualitativa, em que descrevemos e analisamos as ações da professora e dos alunos em interação, lançamos mão, também, de dados quantitativos, os quais nos permitem verificar o peso de cada categoria ao longo da atividade investigativa. Consideramos que a associação dessas duas dimensões favorecem a análise pretendida.

O mapa de episódios da aula nos permite verificar o ritmo com que as categorias aparecem e dão lugar umas às outras no fluxo das interações. No mapeamento, a aula foi considerada como composta de três momentos distintos: momentos em que os alunos do grupo analisado ouvem a professora enquanto ela fala para toda a turma, momentos em os alunos deste grupo interagem com a professora em particular e momentos em que estes alunos interagem entre si na ausência da professora (o que normalmente coincidem com aqueles momentos em que a professora interage com os demais grupos de alunos ou executa outras

atividades relacionadas à aula). Partindo desta divisão, consideramos também, para o recorte da aula em episódios, a categorização do discurso do professor e dos alunos. Esse aspecto não será ressaltado em nossa análise. Todavia, é importante considerar que ele é fundamental para a confecção dos mapas, pois a identificação dos diferentes tipos de discurso orienta a segmentação das aulas em episódios e sequências discursivas. Para o discurso do professor temos: discurso de conteúdo científico, de agenda, de gestão e manejo de classe, de experimento, procedimental e outros. Essas categorias foram consideradas, portanto, para os momentos em que a professora interagiu com toda a turma ou com o grupo de alunos em particular.

Os momentos em que a professora interagiu com os alunos com um discurso de conteúdo científico foram categorizados e identificados no mapa quanto à abordagem comunicativa e aos movimentos epistêmicos. Considerando-se os momentos em que os alunos interagiram entre si, na ausência do professora, distinguimos o discurso voltado para a atividade desenvolvida daqueles em que outros temas são considerados, os quais caracterizam momentos de dispersão. Nos momentos em que os alunos abordaram conteúdos científicos identificamos suas práticas epistêmicas.

Tendo em vista os momentos em que o professor e/ou alunos desenvolvem conteúdo científico, levamos em conta ainda os temas e sub-temas abordados para a segmentação dos episódios em sequências discursivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise que apresentamos a seguir focaliza as intervenções da professora em um grupo de 5 alunos. Eles analisaram diferentes fenômenos, alguns envolvendo formação de novas substâncias e outros não. As questões propostas no roteiro solicitavam que eles descrevessem os fenômenos investigados e, posteriormente, explicassem as suas descrições. Eles também tiveram que responder se os fenômenos envolviam, ou não, formação de novas substâncias, justificando tal resposta. Por fim, eles tiveram que planejar, para cada fenômeno investigado, um roteiro a fim de “constatar” a sua hipótese e executá-lo, se possível. Durante os dois encontros que constituíram o estudo-piloto, ao tempo em que o conceito de reação química foi elaborado, outros foram retomados, tais como o conceito de substância química e as propriedades dos materiais.

Ao longo da aula, a professora interagiu com o grupo de alunos pesquisado 13 vezes (13 intervenções). Analisando essas intervenções, podemos verificar um certo ritmo com o qual ela orientou o trabalho dos alunos. Inicialmente, ela desenvolveu o movimento de elaboração. Conforme definimos, o discurso da professora categorizado como tal envolve questionamentos iniciais que permitem aos alunos, em interação com os fenômenos, elaborarem e explicitarem sua percepção sobre eles. Consideramos que as idéias apresentadas pelos alunos ao início do processo de ensino- suas idéias prévias – guardam em si a dimensão da construção que se dá na interação com o professor, envolvendo o tipo de pergunta que é

proposta, a sua forma, o fenômeno analisado, enfim o contexto geral da situação. Desse modo, as ações da professora que fazem emergir as concepções iniciais dos alunos correspondem a um movimento epistêmico de elaboração, pois as concepções apresentadas são formatadas em função da sua intervenção.

Em seguida, a professora desenvolve um movimento de re-elaboração, chamando a atenção dos alunos para aspectos desconsiderados, promovendo uma problematização do pensamento inicial e uma consequente reformulação deste pensamento. Tal movimento se dá de forma sutil. Em nossa análise percebemos que os alunos não identificam de pronto que a professora insiste, muitas vezes, em uma mudança considerável no seu pensamento inicial.

Os percentuais relativos aos movimentos de elaboração e re-elaboração foram os maiores dentre os demais (33,79% e 33,11%, respectivamente). Todavia, os outros movimentos, com menores percentuais, foram também relevantes no sentido de proporcionar o avanço das idéias dos alunos e a configuração de determinadas práticas epistêmicas. Por meio dos movimentos de instrução, confirmação, correção e síntese (17,41%, 2,96%, 7,39% e 5,35%, respectivamente) a professora atuou de forma mais incisiva, disponibilizando informações, dando respostas diretas para questionamentos dos alunos ou, ainda, permitindo ou negando determinadas ações por eles planejadas.

Relacionando esses movimentos epistêmicos com as classes de abordagem comunicativa, chegamos à seguinte percepção: O movimento de elaboração alia-se a uma abordagem essencialmente dialógica, em que grande espaço é dado para os alunos exporem seus pontos de vista. O movimento de re-elaboração alia-se a uma abordagem dialógica, porém marcada por nuances de autoridade que, gradativamente, podem tornar-se mais fortes. Ao tempo em que a professora permite aos alunos refletirem sobre os fenômenos, acaba por atuar de forma mais diretiva, chamando atenção para determinados aspectos, de modo a conduzir a reflexão numa dada direção. Os movimentos de instrução, confirmação e correção, por sua vez, aliam-se a abordagens de autoridade, as quais oferecem pouco ou mesmo nenhum espaço para que os alunos exponham seus pontos de vista. Esses movimentos demandam menos tempo que os demais, pois como afirmamos, por estarem associados a um discurso de autoridade envolvem pouca interação entre os alunos e a professora. Tais movimentos, precedem, sucedem e, em alguns momentos, interpõem-se por entre os movimentos de elaboração e re-elaboração. O movimento de síntese, por fim, pode estar associado a uma abordagem dialógica ou de autoridade. Com a síntese, a professora busca legitimar o que foi discutido até então, favorecendo a percepção do fluxo da discussão pelos alunos

Vale ressaltar que, a análise aqui apresentada corresponde aos momentos em que a professora interagia com um grupo de alunos determinado, ao longo das 13 intervenções. Deste modo, as abordagens consideradas dialógicas ou de autoridade são sempre interativas.

Discutimos, a seguir, o movimento epistêmico que caracteriza a quarta intervenção da professora no trabalho do grupo de alunos quando estes analisavam a dissolução do

permanganato de potássio em água. Esta quarta intervenção constituiu-se de dois episódios: um de discurso de gestão e outro de discurso de conteúdo científico. Este último sub-divide-se em 5 sequências discursivas que juntas totalizam 4 min e 44 s. (31:27-36:11). Nas duas primeiras sequências, a professora trabalha com o movimento de elaboração aliado a uma abordagem comunicativa dialógica, em que é dado espaço para os alunos explicitarem seus pontos de vista sobre o fenômeno. A partir da 3ª sequência, a professora passa a assumir o movimento de re-elaboração, adotando, a partir daí, sutil e gradativamente, um discurso de autoridade.

As transcrições, apresentadas a seguir, são excertos das transcrições das sequências inseridas no episódio em que houve a quarta intervenção.

Sequências 1

Turno	Locutor	Transcrição da fala	Movimento epistêmico
18	Profa	Vocês consideram que houve formação de uma nova substância?	Elaboração
19	Alunos	Sim	
21	Anne	Sim, porque a partir da mistura//	
22	Flávia:	Deu pra perceber como se uma parte dele tivesse sido concentrada no fundo	
23	Profª	Certo	
24	Flávia:	E com o tempo... olhando bem você dá pra ver meio que uma linha em cima. Como se uma parte tivesse se dissolvido com a água e tivesse subido, a substância mais densa que a água ficou no fundo, mas oh, um pouco dissolveu com a água. Dá pra ver a mudança na coloração e que uma parte se dissolveu contrastando. Outra substância menos densa que a água então ficou em cima.	

Quadro 2: Elaboração do pensamento inicial sobre o fenômeno

Na sequência 1, cuja transcrição acima exemplifica, os alunos referem-se a dissolução do permanganato de potássio como um fenômeno que envolve a formação de uma nova substância. É perceptível que eles fazem uso deste termo atribuindo-lhe um significado diferente do científico. A fim de permitir aos alunos reverem tal concepção e analisar o fenômeno de uma nova perspectiva, na 3ª sequência a professora chama atenção dos alunos para outra dissolução que é familiar a eles (a dissolução de sal de cozinha em água) direcionando a discussão sobre as possibilidades de semelhança e de diferença entre ambos os fenômenos e os procedimentos que poderiam ser tomados para que eles “constatassem” a hipótese de que na dissolução do permanganato de potássio em água havia sido formada nova substância. A partir daí, a discussão, tanto dos alunos com a professora, quanto entre eles mesmos, posteriormente, passa a considerar a possibilidade de formação de mistura, retomando nessa lógica as propriedades dos materiais. O movimento epistêmico que caracteriza o discurso da professora, neste momento, é o de re-elaboração.

Sequência 3

Turno	Locutor	Transcrição da fala	Movimento epistêmico
1	Profa	Vamos pensar assim (...) quando você coloca o sal de cozinha em água...	Re-elaboração

2	Kaique:	Água é água	
3	Profª	Você acha que forma uma nova substância também?	
4	Flávia:	Não.	
5	Kaique:	Só é o mesmo sal.	
6	Profª	O que leva você a dizer que não, no caso do sal de cozinha?	
7	Flávia:	Não sei, ele simplesmente foi dissolvido na água, é uma mistura de substâncias, não é, não é uma substância nova...	
8	Kaique:	Isso que eu to tentando dizer.	
9	Flávia:	Mistura as duas.	
10	Profª	Tá. E como você faria para comprovar, que no caso do sal de cozinha não houve formação de uma nova substância?	
11	Anne:	Porque você pode separar.	
12	Kaique:	Fazendo a destilação.	

Quadro 3: Re-elaboração do pensamento inicial

A discussão na sequência abre para os alunos a perspectiva de considerar para a dissolução do permanganato de potássio em água os mesmos procedimentos que utilizariam para constatar que na dissolução do sal de cozinha em água não há formação de nova substância. Além disso, os alunos passam a trazer para a discussão conhecimentos já abordados em suas aulas regulares anteriores, como os tipos de mistura e as formas de fracionamento. No turno 15, por exemplo, a aluna Flávia observa “*É, eu acho que quando há uma mistura, tem aquela de heterogênea, homogênea ...*”. Nessa perspectiva, a professora contribui substancialmente para os alunos articularem de forma mais produtiva os saberes já introduzidos em aulas anteriores, os quais passam a ser utilizados para dar sentido ao fenômeno e ainda para planejar e performar as ações planejadas.

Na sequência 4 (abaixo exemplificada), a professora continua a investir no movimento de re-elaboração, intercalando-os, agora, com os movimentos de síntese, informação e correção. A afirmação da aluna Flávia no turno 16 indica que ela passa a considerar a possibilidade de que não houve a formação de nova substância no fenômeno, tratando-se apenas de uma mistura de substâncias.

Sequência 4

Turno	Locutor	Transcrição da fala	Movimento epistêmico
08	Kaique	Se formar que nem o sal é a mesma coisa.	
09	Leandro	O nosso caso tá mais claro ...	
10	Profª	Então é assim, aí você tá querendo dizer assim: que, no caso, pra ter certeza de que houve formação de nova substância ou não, teria que ter um método de fracionamento, não é?	Síntese
11	Anne	Isso	
13	Flávia	É isso. Praticamente isso.	
14	Anne:	É. Eu acho que é isso. Se há uma nova substância, não tem como você separar as duas. Seriam duas diferentes.	
15	Profª	Você poderia separar, fracionando, mas você poderia não obter as mesmas iniciais.	Correção
16	Anne:	Isso.	

16	Flávia:	Bom eu acho que não tem (...) não seria (...) exatamente falando formação de nova substância, seria (...) seria, como a gente estudou, misturas homogêneas e heterogêneas.	
----	---------	--	--

Quadro 4: Re-elaboração do pensamento inicial com sínteses e correções.

Na sequência 5, a professora vai finalizando o movimento de re-elaboração e, como consequência, aparece, de forma mais pronunciada, o movimento de instrução. Vale ressaltar, entretanto, que tal movimento surge inter-relacionado com os anteriores, ou seja, a professora não instruiu os alunos sem antes ter feito o esforço de compreender as suas idéias e permitir que eles refletissem sobre elas.

Sequência 5

Turno	Locutor	Transcrição da fala	Movimento epistêmico
6	Prof ^a	Vocês têm que dizer, justificar, e aqui, ó, na quinta questão vocês vão dizer...não precisa escrever demais não, vocês colocam o que vocês fariam pra poder, é ... pra poder ...	Re-elaboração
7	Vinícius	Separar...	
8	Flávia	Ver	
9	Prof ^a	Ver não, prá poder se certificar melhor se é a mesma substancia ou não.	Correção
10	Anne	É aquilo que eu disse.	
11	Adjane	Óh, psiu! vocês viram as características iniciais do sistema, não viram?	Re-elaboração
12	Flávia	hum hum	
13	Prof ^a	Ou seja, vocês viram a água e o permanganato, separadamente não é? Aí vocês misturaram os dois. Prá saber se houve formação de uma nova substancia você vai fazer o que? Vocês falaram ainda há pouco.	Re-elaboração
14	Flávia	Tentar separar.	
15	Prof ^a	Tentar separar e aí, você vai, você vai fazer alguma comparação não é? Entre o que vocês têm agora com o que tinham inicialmente, não é verdade.	Instrução
16	Flávia	Isso.	

Quadro 5: Re-elaboração do pensamento inicial – fase final.

Vamos, neste momento, apresentar algumas das práticas epistêmicas performadas pelos alunos, as quais podem ser relacionadas à discussão estabelecida entre o grupo e a professora. Consideramos, nesta análise, os dois episódios posteriores aquele que discutimos acima, em que a professora interagiu com o grupo (Episódio 30).

O quadro abaixo, o qual é parte do mapa de episódios da aula, apresenta as sequências discursivas do episódio 31. Nele podemos verificar os temas abordados pelos alunos ao longo das interações entre eles e as práticas epistêmicas performadas. As práticas apresentadas neste quadro relacionam-se à instância social de produção do conhecimento.

É relevante considerar que, em paralelo, às práticas das sequências 1 e 3 – construindo dados e construindo significados, é possível verificar que há, subjacente, a prática de “persuadir os outros membros da comunidade”, a qual se insere na instância social de

comunicação. Como trata-se de um trabalho em um grupo de 5 alunos, as divergências de opinião são frequentes e eles precisam negociar suas explicações até que seja estabelecido um certo consenso entre os membros do grupo. Entretanto, consideramos que a prática de “persuadir os outros membros da comunidade”, se dá de forma expressiva, quando há divergências mais sólidas e persistentes entre os diferentes grupos de alunos que se enfrentam em um debate com toda a turma, tendo estes já amadurecido as suas interpretações sobre os fenômenos investigados e estando na posição de comunicá-las aos demais grupos.

Episódio/Tema do episódio	Sequência	Tempo (inicial-final)	Tema de cada sequência	Práticas epistêmicas
Discussão considerando que a dissolução do KMnO_4 em água não forma nova substância. É apenas uma mistura	Seq. 1	00:36:11-00:41:03	Elencando e comparando as características do sistema final com os iniciais (as substâncias separadamente)	Dando sentido aos padrões de dados - Construindo dados
	Seq. 2	00:41:03-00:42:26	Os procedimentos que podem ser tomados para constatar que a dissolução do KMnO_4 em água não envolve formação de nova substância	Articulando os saberes - Usando conceitos para planejar e performar ações
	Seq. 3	00:42:26-00:44:01	Voltando a analisar as características do sistema final	Articulando os saberes- construindo significados
	Seq. 4	00:44:01-00:45:24	Propondo a evaporação como procedimento inicial para verificação – comparando com o que já fez quando analisou em casa a mistura de água e sal de cozinha.	Articulando os saberes - Usando conceitos para planejar e performar ações

Quadro 6: Fragmento do mapa de episódios – episódio 5- os alunos discutem entre si.

A seguir, colocamos alguns trechos de sequências discursivas dos alunos, relacionados às práticas epistêmicas verificadas.

Transcrições	Práticas epistêmicas
Vinícius: Não, não é assim não. É assim ... isso pra dizer que é uma substancia nova, você vai pegar as características. Qual a cor dessa substancia? Kaique: Tem cheiro, ou não? Flávia: Não. Anne: Ah, roxa, roxa. Kaique: Tem certeza? Flávia: Continua inodora. Vinícius: Qual o cheiro? Kaique: Tem cheiro não cara, cheire. Flávia: Não tem. Fraquíssimo, não dá pra identificar. Kaique: É leve? Vai sente aí. Anne: Deixe eu ver. Flávia: É quase inodora.	Dando sentido aos padrões de dados - Construindo dados
Vinícius: eu acho que se houve muitas transformações, muitas diferenças nas	Articulando os saberes

<p>características é uma nova substância, mas se houve meio que uma junção das características dos dois é apenas uma mistura.</p> <p>Flávia: Então, é uma mistura</p> <p>Anne: Uma mistura.</p>	<p>– construindo significados</p>
<p>Flávia: Elabore um esquema, em que esses procedimentos apareçam ordenados. Você pode buscar os procedimentos considerados. Certo, então seria destilação.</p> <p>Kaique: Eu preferiria usar a destilação, mas tem inúmeros processos.</p> <p>(...)</p> <p>Kaique: A gente podia evaporar, seria bem interessante a gente fazer isso.</p> <p>Anne: Fazer o que?</p> <p>Flávia: Como?</p> <p>Kaique: Porque ... Que nem eu faço com sal. O sal quando eu coloco ele na panela eu misturo ele com a água ...</p> <p>((Conversas paralelas))</p> <p>Kaique: É ... sim, mas é preciso evaporar. Porque tipo, quando eu misturo o sal com a água, quando tento evaporar o sal mesmo quando está misturado com a água, ele acaba ficando na parte debaixo, porque ele sempre é mais denso e mesmo ele estando misturado com a água que o //</p> <p>Flávia: Tá ok.</p>	<p>Articulando os saberes</p> <p>- Usando conceitos para planejar e performar ações</p>

Quadro 7: Práticas epistêmicas de produção do conhecimento.

As práticas epistêmicas discutidas, conforme comentamos, relacionam-se à instância de produção do conhecimento. Outras instâncias foram também alcançadas pelos alunos ao longo da análise da dissolução do permanganato de potássio em água. Após planejarem o fracionamento do sistema, eles solicitam mais uma intervenção da professora. Nesta 5ª intervenção no trabalho do grupo, em um episódio curto de sequência única (00:45:24-00:46:11), o principal movimento epistêmico verificado foi o de confirmação. A partir daí, os alunos organizaram-se e processaram a ebulição, o que deu origem a nova discussão entre os membros do grupo e entre estes e a professora. Enquanto a ebulição era processada, alguns deles fizeram diluições no sistema permanganato de potássio e água e discutiram sobre isso. Deste modo, as práticas epistêmicas que aí apareceram de forma expressiva foram: Desenvolvimento de investigações; articulação de conhecimento técnico e conceitual e construção de significados.

As práticas epistêmicas realizadas pelos alunos podem ser percebidas em íntima relação com os movimentos epistêmicos articulados pela professora. A atividade investigativa foi desenvolvida tendo em vista um roteiro que, por meio de questionamentos, e procedimentos propostos, dava certa direção à investigação, deixando, todavia, bastante espaço para as iniciativas dos alunos. Ao longo da atividade, novos significados foram construídos, enquanto outros foram retomados e ressignificados. O papel da professora para que estes processos acontecessem foi fundamental. Os alunos partiram de descrições e explicações permeadas por concepções distantes das científicas, que expressavam pouca tentativa de articulação entre os conceitos já introduzidos para interpretação do fenômeno. Por meio da atuação da professora chamando atenção para um fenômeno familiar, semelhante àquele analisado, os alunos passaram a considerar novas possibilidades em sua interpretação. A solicitação da professora sobre a forma que utilizariam para se certificarem se houve

formação de nova substância ou não contribuiu consideravelmente para que eles se reportassem aos conhecimentos sobre tipos e fracionamentos de mistura, bem como ao conceito empírico de substância, articulando-os no planejamento e desenvolvimento de suas ações investigativas.

Considerando-se que a construção de conceitos é um processo que demanda tempo e que, portanto, não se dá com a simples exposição verbal do professor, é fundamental que as atividades didáticas favoreçam o processo de evolução conceitual fortalecendo a rede de relações entre os diferentes conceitos. As atividades investigativas colaboram significativamente com esse processo, conforme podemos verificar em nossa análise. Nesse sentido, ao tempo em que as atividades investigativas possibilitam aos alunos incorporarem aspectos fundamentais que estão na base das investigações científicas reais, tais como as práticas inseridas nas instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento, colaboram com o próprio processo de evolução conceitual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O trabalho apresentado neste artigo buscou relacionar os movimentos epistêmicos de uma professora, em interação com alunos do ensino fundamental, com as práticas epistêmicas desenvolvidos por estes alunos ao longo de uma atividade investigativa. Pudemos verificar que as intervenções da professora no grupo de alunos analisado foram fundamentais para a emergência das práticas verificadas. Ao tempo em que os movimentos epistêmicos da professora favoreceram a incorporação de aspectos fundamentais das investigações científicas pelos alunos, favoreceram também o processo de evolução conceitual. Nesse sentido, o conceito de reação química teve a sua elaboração iniciada, articulando-se ao conceito de substância e de outros relacionados, os quais tornaram-se mais consistentes

Um aspecto importante da pesquisa, o qual focalizamos na introdução deste artigo, é a concepção de natureza da ciência que cabe ao seu ensino desenvolver nos alunos. Conforme comentamos, é consenso na comunidade científica que o ensino de ciências não deve se preocupar apenas em proporcionar a aquisição de conceitos e procedimentos experimentais pelos alunos, mas possibilitar-lhes também uma compreensão acerca da natureza da Ciência. Uma concepção que enfatiza sua dimensão argumentativa, em que os cientistas elaboram e negociam valores para o que pode ser considerado como boas questões, métodos e respostas adequadas. Embora uma concepção de ciência não seja elaborada apenas por meio do desenvolvimento de atividades investigativas, tal dimensão é fundamental na sua construção. Nesse sentido, o desenvolvimento desse tipo de atividades, em que os alunos elaboram questões, planejam e desenvolvem experimentos para testarem suas hipóteses e chegam a construir novos conceitos em meio a interações e debates entre colegas é incentivada.

Entendemos que as pesquisas focalizando aspectos epistêmicos do ensino de ciências devem avançar no sentido de fornecer ferramentas analíticas que favoreçam uma visualização do movimento epistêmico no discurso/ação dos alunos ao longo de suas investigações bem

como contribuam para a construção de *designs* de ambientes que possibilitem aos alunos a apropriação de aspectos epistêmicos fundamentais da Ciência. A pesquisa em que se insere o trabalho aqui apresentado compartilha destes objetivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, H. I. *Perception, theory and commitment: the new philosophy of science*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1977.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P.; REIGOSA, C. Contextualizing practices across epistemic levels in the Chemistry laboratory. **Science Education**. 90: 707-733, 2006.
- _____; BUSTAMANTE, J. D. Construction et justification des saviors scientifiques: rapports entre argumentation et pratiques épistémiques, Texto didático, 2008
- _____; MORTIMER, E. F.; SILVA, A. C. T; BUSTAMANTE, J. D. Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms. Trabalho apresentado na *Reunião Annual da AERA*. New York, NY, mar. 2008.
- KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practices. Paper apresentado na *Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda*. New Brunswick, NJ. fev. 2005.
- _____; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. Paper apresentado na *Reunião Annual da NARST*. New Orleans, LA, abr. 2002.
- KNORR-CETINA, K. *Epistemic cultures: how the sciences make knowledge*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999.
- LATOUR, B. *Science in action: how to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987
- _____; WOOLGAR, S. *Laboratory life: the construction of scientific facts*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1986.
- LIDAR, M; LUNDQVIST, E.; OSTMAN, L. Teaching and learning in the science classroom: the interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. *Science Education*. 90: 148-163, 2005.
- LONGINO, H. E. *Science as social knowledge: values and objectivity in science inquiry*. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- MORTIMER, E.F; MASSICAME, T; BUTTY, C; TIBERGHIE, E. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In NARDI, R. *A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, 2007.
- MORTIMER, E. F. SCOTT, P. *Meaning making in secondary science classrooms*. Buckingham: Open University Press, 2003.
- SANDOVAL, W. A. Students' uses of data as evidence in scientific explanations. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Assn, Seattle, WA. 2001, April.
- _____. Understandings students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, v. 89, p. 634-656, 2005.
- _____; MORRISON, K. High school' ideas about theories and theories change after a biological inquiry unit. *Journal of research in science teaching*, v. 40, n. 4, p. 369-393, 2003.
- _____; REISER, B. J. Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*. 88: 345-372, 2004.
- SILVA, A.C.T. *Estratégias enunciativas em salas de aula de Química: contrastando professores de estilos diferentes*. Tese de doutorado. Belo Horizonte, maio de 2008.
- WICKMAN, Per-Olof. The practical epistemologies of the classroom: a study of laboratory work. (2004). *Science Education*. 88, p. 325-344.

ⁱ *A conferência Mundial em Educação Científica e Tecnológica realizada em Tartu na Estônia entre 28 de junho e 02 de julho de 2010 elaborou uma declaração – chamada de Declaração de Tartu.*